

ロボット技術・ICTの今後重点的に取り組む 課題について(案)

平成28年1月

ロボット技術に関する課題

ロボット技術に対する現場のニーズと今後の技術開発の課題

	現場のニーズ	今後実現すべき技術
土地利用 型作物	◆ 農業機械のオペレーター人材確保が困難 ◆ ほ場枚数が増加する中できめ細かな生育・水管理が困難 ◆ 除草は単調で作業負担・リスクが大きい ◆ 中山間地や狭小なほ場では、無人ヘリによる農薬散布が困難 ◆ 収量や品質がばらつき、均一な管理が困難	◆ 衛星測位による農機の運転アシスト・自動走行 ◆ 水管理の自動化 ◆ 遠隔監視による見回り作業の省力化 ◆ 畦畔除草等のロボットによる自動化 ◆ 適正かつ軽労な防除のためのドローンなどによる空中散布の自動化 ◆ センシングに基づく作業の精密化
地域作物	◆ 収穫機の台上で選別するのに多くの人手が必要	◆ 台上選別が不要となる省力収穫ロボット
野菜	◆ 畑の見回りや有害鳥獣の監視は重労働 ◆ 大規模な施設園芸で多収・高品質生産を実現するにはきめ細かな環境制御が必要 ◆ ホウレンソウやキャベツ、レタスなど主要な葉茎菜類で機械化が遅れている ◆ トマトなどの果菜類、果樹は手作業での収穫 ◆ 収穫物のほ場内運搬に多くの労力が必要	◆ 遠隔監視による見回り作業の省力化 ◆ 施設園芸における複合環境制御技術 ◆ 品目共通で利用できる葉茎菜類・果菜類の収穫ロボット ◆ 収穫物運搬の自動化
果樹	◆ 園地内の除草作業は単調で労働時間が長い ◆ 防除作業は作業負担が大きくリスクが高い ◆ 受粉や摘花、収穫などは手作業であり、作業負担が大きい ◆ 収穫物の運搬に多くの労力が必要 ◆ 軟弱果実のコンテナからの荷下ろしや箱詰めなどに人手の確保が難しい ◆ 傷や内部の病害虫などの検出を手作業に頼る	◆ 園地除草のロボットによる自動化 ◆ 自動走行防除機 ◆ 品目・作業横断的に活用可能な汎用ロボット ◆ 収穫物運搬の自動化 ◆ 農業用アシストスーツの実用化 ◆ 選果施設における手作業の自動化 ◆ 収穫物の評価システム
酪農・畜産	◆ 様々な作業で機械・ロボットが導入されている	◆ ロボットを活用した飼養体系で乳用牛のベストパフォーマンスを発揮 ◆ ロボットによる管理作業の自動化

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向①

品目	技術	現状	今後の展開方向
土地利用型	衛星測位を活用した運転支援・自動走行システム	作業者の腕を必要とする運転操作  オペレーター人材の確保が困難に (経験の少ない方や機械の苦手な女性等には難しい)	参考1 (P.12) 経験がない者でも精度の高い作業のできるGPSを用いた運転アシスト □ 高精度衛星測位システムの低コスト化 □ 運転支援を直線走行から旋回、作業機操作の自動化に展開 □ 運転支援、自動化技術をコンバインや田植機などに拡張
		機械の大型化などによる効率化	複数台を同時に操作可能な有人-無人協調走行システム □ 障害物や人の検知などの安全保護技術の確立 □ 有人-無人協調走行システムの実用化に向けた安全性等の実証 ■ 高精度測位のためのインフラ（RTK-GPS基地局など）の整備戦略の検討 ■ 安全性ガイドラインの策定

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向②

品目	技術	現状	今後の展開方向
土地利用型	水管理の自動化	手動での用排水管理作業 大規模化でほ場枚数が増える中で、きめ細かな管理が困難に	ほ場のセンシング情報等に基づき最適な用排水制御を自動で行うシステム □ ほ場毎に設置可能な安価なセンサー、バルブの開発 □ 通信モジュールの低コスト化 □ 品種や栽培方法、生育段階に応じ土壌や気象条件などの生産環境情報を加味し最適な用排水管理を決定するアルゴリズムの開発
土地利用型	遠隔監視による見回り作業の省力化	目視による見回り作業 ほ場数が増加する中できめ細かな管理が困難に	ドローン等による見回り作業 □ ドローンによる生育状況や被害状況等の把握 □ 最適な飛行高度・速度等条件の分析・評価 □ 長時間作業可能な電源等の開発 □ 有害鳥獣対策への活用

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向③

品目	技術	現状	今後の展開方向
土地利用型	畦畔除草ロボット	刈り払い機、乗用草刈り機による除草  傾斜地などでの草刈り作業は大変で、危険な作業年に2, 3回行う必要があり、単調で作業負担の大きい作業	参考2(P.13) 中山間の法面除草の自動化  □ 現在農研機構で開発中の法面除草ロボットの実用化 □ 自動で除草作業を行う新たなロボットの開発・実用化 平場の水田畦畔における除草機の自動化  □ 現在農研機構で開発中の畦畔除草機のロボット化・実用化 □ 自動で除草作業を行う新たなロボットの開発・実用化 ■ ロボットが作業しやすい畦畔の規格のあり方の検討

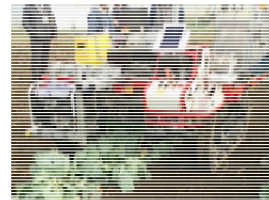
各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向④

品目	技術	現状	今後の展開方向
土地利用型	ドローンなどによる空中散布の自動化	無人ヘリによる空中散布  中山間地や狭小なほ場での無人ヘリの安全な使用は困難 操縦や機体の管理には高度な技術が必要で、使用できる者が限定	GPSを活用したドローンなどによる空中散布の自動化 ☐ 均一散布が可能でドリフトが起こりにくい機体及び散布装置の設計 ☐ 最適な飛行高度・速度等条件の設定（分析・評価） ☐ 長時間作業可能な電源等の開発 ☐ 自動飛行システムの開発 ☒ 安全確保に関するガイドラインの検討
土地利用型	センシングに基づく作業の精密化	作業者の経験や勘に基づく作業 作業機の作業は、作業者の経験や勘に頼るものが多い 均一に管理するため、収量や品質の低いほ場などが発生	均平や施肥などの高精度化 ☐ センシングデータに基づき、施肥や防除を高精度かつ高能率に行う作業機の開発 ☐ 乾田直播などを可能にする精度の高い均平作業が誰でも簡単にできるGPSレベラーの開発 ☐ 土質を考慮した耕うん作業を行う作業機の開発

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向⑤

品目	技術	現状	今後の展開方向
地域作物	選別作業の自動化	収穫機上での手作業での選別作業  収穫機の台上での選別に多くの人手が必要	台上選別が不要となるような選別ロボット □ 土塊や規格外を判別、除外する技術の開発
野菜	生育管理作業の自動化	目視での見回り作業	ドローン等による遠隔監視による見回り作業 □ ドローンによる生育状況や被害情報等の把握 □ 有害鳥獣の対策への活用
野菜	施設園芸における複合環境制御技術	センシングデータに基づき温湿度等を制御する環境管理システム	施設園芸における複合環境制御技術の高度化 □ 作物の収量や品質を得るために最適な生育条件の知見の収集 □ 設定したパラメータによる結果のフィードバックを可能とする技術の確立

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向⑥

品目	技術	現状	今後の展開方向
野菜	収穫作業の自動化	ねぎなど一部の品目には専用の収穫機  ホウレンソウ、キャベツ、レタス等の主要な葉茎菜類で機械化が遅れている	参考3(P.14) 収穫ロボットを用いた機械化（葉茎菜類）   □ ロボットの低コスト化、利用場面や対象品目の拡大、運搬・調整作業の自動化 ■ 収穫ロボットに適した栽培方法の確立
		トマトなどの手作業での収穫  トマト等の果菜類は収穫作業に多くの人手が必要	収穫ロボットを用いた機械化（果菜類）   □ 現在開発中の果菜類収穫ロボットの実用化 □ ロボットの低コスト化、利用場面や対象品目拡大、管理作業への活用、運搬作業の自動化 ■ 収穫ロボットに適した栽培方法や植物の仕立て方法の確立

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向⑦

品目	技術	現状	今後の展開方向
野菜	ほ場や施設内の収穫物運搬等の自動化	運搬機を用いた運搬作業  ほ場内運搬に多くの労力を必要としているほか、人力に頼るところが多い	圃場・施設内の自動運搬ロボット □ 周囲の状況を認識し、走行ルートモデル化する技術の開発 □ 自動走行時の非常停止装置等の信頼性向上 □ 人や他のロボットとの協調作業体系の確立
果樹	除草作業の自動化	刈り払い機、乗用草刈り機による除草	園地における除草の自動化 □ 傾斜・不整地走行に対応した自動走行のための制御システム開発 □ 反力等による挙動不安定化や飛び石等の危険防止機構の開発 ■ 自動除草技術が適用しやすい園地の整備・規格化
果樹	防除の効率化	有人による動力噴霧器やSSを用いた防除 	樹列間無人防除機による防除 □ 効率的な走行ルートの構築 □ 安全性の確保

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向⑧

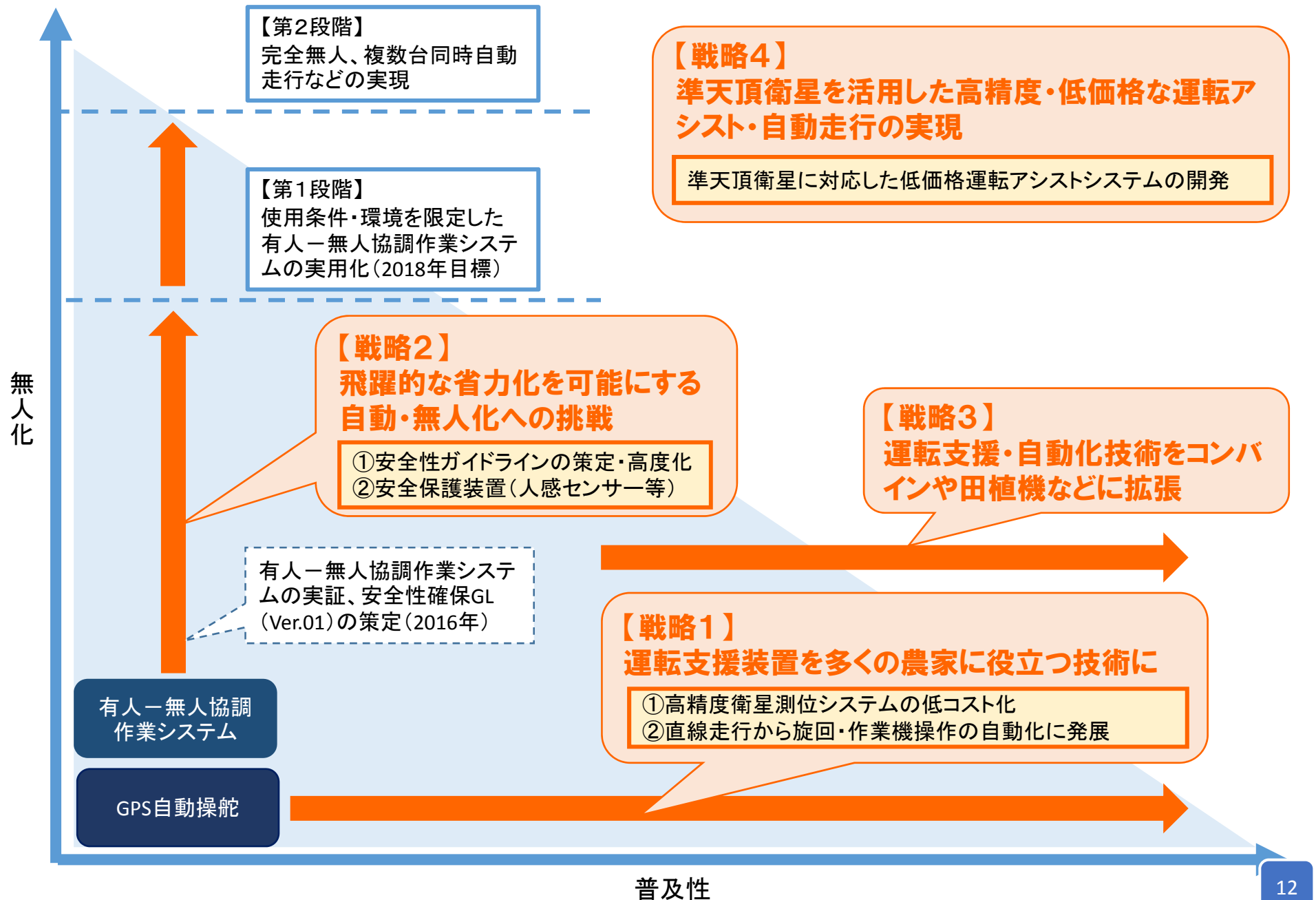
品目	技術	現状	今後の展開方向
果樹	収穫作業の自動化	手作業での収穫 	参考3(P.14) 収穫ロボットを用いた機械化 □ 品目横断的で扱え、管理作業などにも使えるマニピュレータ型のロボットの開発 ■ 直線的な樹形など、機械に適した栽培方法や植物の仕立て方法の開発
果樹	ほ場や施設内の収穫物運搬等の自動化	決められた地点を通るレール型の自動搬送機 	GPSなどを利用しほ場内を自由に動く運搬ロボット □ 周囲の状況を認識し、走行ルートモデル化する技術の開発 □ 自動走行時の非常停止装置等の信頼性向上 □ 人や他のロボットとの協調作業体系の確立
果樹	アシストスーツの実用化	人力による腰に負担がかかる重量物の上げ下げ 	農業用アシストスーツによる農作業の軽労化 □ 腕力アシスト機能の開発 □ 軽量化 □ 1台でさまざまな作業への適応 □ 異分野も含めた汎用化による低コスト化

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向⑨

品目	技術	現状	今後の展開方向
果樹	収穫物の評価・選別作業の自動化	光センサーによる糖度や色や外観に基づいた評価  傷や内部の病虫害などの検出を手作業に頼っている	高付加価値化に向けた高度な評価システム □ 傷や病虫害などこれまで目視などに頼っていた評価技術の開発 □ 品質データの蓄積、栽培条件との関連の解析 □ 様々な品種、品目に対応したデータの蓄積 □ 農産物の成分情報を把握する技術の開発 □ 成分情報から簡易に多様な品質を評価する技術の開発
		箱詰めなど依然として大量の人手を必要とする選果作業  軟弱果実のコンテナからの荷下ろしや箱詰めなどの人手の確保が難しい	選果場における完全無人化の達成 □ モモなど柔らかくハンドリングが困難な果実への適応 □ 農産物の3次元形状を考慮した自動箱詰め技術の開発

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向⑩

品目	技術	現状	今後の展開方向
畜産 酪農	畜産・酪農作業の自動化	様々な作業で機械・ロボットが導入    畜舎清掃ロボット	ロボットを活用した飼養体系での乳用牛のベストパフォーマンスの発揮 □ ロボットからフィードバックされたデータを活用した飼養管理技術の開発 ■ 乳用牛の健全性を高め、生涯泌乳量を向上させるため、泌乳期間中の乳量を平準化させる飼養管理技術の開発 ロボットによる管理作業の自動化 □ 導入可能な農家を増やすための軽量化など既存ロボットの改良



- 中山間地における急傾斜法面の除草ロボットについては、これまで委託プロジェクトで開発してきた要素技術を活用しつつ、製品の製造・販売が可能なメーカーと農研機構との共同開発により実用化を加速化すべきではないか。
- 畦畔の除草ロボットについては、現在開発中の畦畔除草機の機動性を高めるなどさらなる改良を進めるとともに、地域によってバラバラとなっている畦畔について、ロボットが作業しやすい規格のあり方を検討すべきではないか。
- いずれのロボットについても、日常的に運用することで草丈が低い雑草を小さなエネルギーで除草するなど、自動で除草作業を行うロボットを開発・実用化すべきではないか。

【急傾斜法面】

急傾斜の法面で除草が行えるロボットの開発・実用化の加速化

自動で除草作業を行うロボットの開発・実用化

現在開発中のロボットの例



急傾斜法面の除草ロボット
(農研機構)

【畦畔】

ロボットが作業しやすい畦畔の規格のあり方を検討

自動で除草作業を行うロボットの開発・実用化

現在開発中の除草機の例



畦畔の除草機
(農研機構)

収穫作業の自動化の戦略

(参考3)

- ホウレンソウやキャベツなどの葉茎菜類については、現在開発されているロボットをはじめとしたロボットの開発・実用化を進め、その上で、低コスト化や汎用性の向上、収穫・運搬・調製の一連の作業の自動化などを図っていくべきではないか。
- イチゴやトマトなどの果菜類については、現在開発中のロボットの実用化を加速化するとともに、利用場面や対象品目の拡大を図り、さらには果樹の収穫ロボットにチャレンジするべきではないか。
- これらの検討の際、移植や樹形の仕立て方など、ロボットによる作業に適した栽培方法を併せて確立していくべきではないか。

【葉茎菜類】

ホウレンソウやキャベツなどの葉茎菜類
の収穫ロボットの開発・実用化

他品目への活用、運搬・調製
作業の自動化

ロボット作業に適した栽培方法の確立

現在開発中のロボットの例



【果菜類・果樹】

トマトやイチゴなどの果菜類の収穫ロボッ
トの開発・実用化

他品目や管理作業への活用、
運搬作業の自動化

果樹の収穫ロボットの開発

現在開発中のロボットの例



ICTに関する課題

ICTを活用した農業の将来像

取り巻く環境

- 農業者の高齢化により、労働力不足が深刻化
- 熟練農業者のリタイアにより培われたノウハウが喪失
- きつい作業や高度なノウハウを必要とするため、若者や女性の農業参入は停滞
- 農林水産物の輸出は近年増加、「日本食」は世界的に高く評価
- ビッグデータ、IoT、AI技術の飛躍的な向上により、これらを活用した農業における生産性の飛躍的向上に大きな期待

変革の方向性

- ビッグデータ、IoT、AI技術を活用したきめ細かな栽培管理（精密農業）を実現し生産性を向上
- 熟練農業者のノウハウの形式知化を通じ、新規就農者の技術を高度化
- 経営予測、生育予測、気象予測、需要予測などの各種予測モデルを活用した農業経営の実現
- ICTを活用したバリューチェーンの構築により、生産・流通・販売における双方向の情報発信・共有を実現
- 農業分野における新たなソリューションビジネスを展開

目指すべき姿

- 農産物に情報が付与され、国内外の消費者・実需者に安心と信頼を提供
- マーケットインの生産を実現し、多様な需要に対応
- 熟練農業者の「匠の技」を後世まで継承し、世界に冠たるジャパンプランドを展開
- 環境に応じたきめ細かな管理を容易にし、高収量・高品質な農産物を提供
- 気候変動などによるリスクに負けない強靱な農業生産を確立
- ロボットとの協働による労働力不足の解消、3Kからの脱却
- 農業に必要な技術を形式知化し、若者や女性が続々と農業にチャレンジ

具体的な対応策

【農業での活用に向けた取組】

- 農業分野におけるICTやデータを駆使できる人材の確保・育成
- ICT企業等の異分野の新たな発想と技術を活用するため、研究機関とICT企業の連携、生産者を巻き込んだ現場での実証、現場のニーズを的確に把握するための場の構築
- 事業者の連携の場づくりを通じて、非競争領域での技術開発等の協力、解決課題を定めたビッグデータの形成、共通基盤的なデータに関する提供・共有体制の構築

【データ利活用促進に向けた取組】

- 農業関連情報の相互運用性・可搬性の確保、ビッグデータの構築に資するデータの標準化
- 農家のリアルデータの「所有権」の取扱い等に関するルール整備
- 農業分野における行政データ、研究データ等のオープンデータ化
- 農機やフィールドセンサー等、農業現場で使用する各種デバイスにおける通信規格の標準化

ICTの活用の現状と今後の展開方向①

分野	現在現場で活用できる内容	今後の展開方向
農業経営の効率化	経営内容の見える化 - 作業内容や費用、売上などを手入力し、システム上でコスト分析 - 各圃場ごとに作付・栽培管理、雇用者の作業管理	農業経営をシミュレーションできるシステム - 作付体系や資本装備などから、経営をモデル的にシミュレーションできるシステム - どのような作物の組み合わせが可能か、現行の資本装備や労働力の下でどこまで規模拡大が可能かなど、経営者が経営改善を考えるのに役立つモデル 経営の最適化による所得の向上 - 特定の品目、地域で可能となっている現在のシステムを全国展開するとともに、提案機能など機能を拡充 農業機械、労働力等の統合管理システム - 単一経営体の複数ほ場において、農業機械・ロボットや人の動きを把握・分析、作業手順を最適化 多数のほ場を抱える経営体における作業手順の最適化、無駄の排除 - 上記システムをさらに進化させ、産地内の複数の経営体が有する農業機械や労働力、共同利用施設の利用状況などを一元管理し、機械・労働力等の資源のシェアリング、作物の生育状況に応じた最適配置を提示 労働力確保が容易に行え、かつ、過剰な機械投資を抑制

ICTの活用現状と今後の展開方向②

分野	現在現場で活用できる内容	今後の展開方向
生産・流通工程の管理	作業履歴の記録・管理 農薬散布や施肥などの作業履歴を手入力で記録・管理	GAPなどに対応した作業や生産工程の自動管理システム - 農業機械などから作業履歴を自動的に記録するほか、管理項目の確認や入力をスマートフォンなどで簡単にできるようにすることで記録漏れなどをなくし、GAPなどへの対応が容易に 輸出に向けた環境整備、国内の食品等事業者・消費者等に安心・安全を提供 - 農業機械などから取得するデータの標準化 施設の効率的利用に向けた管理システム - IoTを通じて、各ほ場の出荷予定日と施設の受入キャパシティを同時に管理することにより、集出荷施設や乾燥施設の処理能力を最適化 タイムリーな出荷、施設稼働率の向上 従業員の労働安全・衛生管理の高度化に向けたデータベース構築 - SNS等を通じて、従業員が起こした事故やヒヤリハットに係る情報を研究機関等と共有 - 研究機関は、労働安全衛生の専門家と連携して的確なアドバイスを提供、共通するリスクの低減方策を研究課題化 農作業事故リスクの低減、労働安全衛生教育に係るコスト低減

ICTの活用の現状と今後の展開方向③

分野	現在現場で活用できる内容	今後の展開方向
栽培管理の精密化、農産物の高品質化	センサー等によるデータの取得 各種センサーで環境データを取得し見える化して、農業者の営農判断をサポート	露地栽培における精密栽培管理システム - 衛星、ドローン、ほ場や農機のセンサーのセンシングに基づき管理(作業)を提案又は自動的に実施するシステム(可変施肥、水管理など) 収量・品質の向上、バラツキの解消 施設栽培における複合環境制御システム - 生育、気象、土壌分析、栽培管理等のデータを基に、収量や品質の向上に向けて環境を最適化する複合環境制御システム(再掲・6頁参照) さらなる多収・高品質生産、所得の向上を実現 畜産における繁殖・飼養管理システム - センサー等により、1頭ごとの健康状態を把握し、最適な飼養管理を実現するシステム - 分娩・発情の監視を行い、繁殖管理のリスク低減と省力化を実現するシステム 飼養頭数の拡大、省力化・低コスト化を実現

ICTの活用の現状と今後の展開方向④

分野	現在現場で活用できる内容	今後の展開方向
栽培管理の精密化、農産物の高品質化（続き）		最適な生育管理を提示するシステム • 気象予報や病虫害発生予察に基づき、被害が最小限となるよう対処方法を提示するシステム • 様々な生育ステージにおいて、農作物にとって最適な営農管理モデルを提示するシステム • 高温などの気象リスクへの対応や収量の向上などの多様な要因が入り組んだ課題について、試験場だけではなく生産現場のほ場でセンサーなどデータを収集し、ビッグデータを構築しながら要因を解析し、毎年管理手法を進化
		農作物の収量や品質を高いレベルで安定化

ICTの活用の現状と今後の展開方向⑤

分野	現在現場で活用できる内容	今後の展開方向
生育・出荷予測に基づく新たなビジネスチャンスの拡大		安定供給に向けた生育予測システム - 生育予測結果を複数の産地・法人間で共有することにより、実需者に安定的に供給する精緻なリレー出荷体制を構築 ビジネスチャンスの拡大、所得の安定 農産物の流通効率化に向けた出荷予測システム - 他業種と連携した地域の流通システムを構築し、混載や輸送余力の相互利用などで効率化 農産物の供給（出荷・流通）コストを大きく削減

ICTの活用現状と今後の展開方向⑥

分野	現在現場で活用できる内容	今後の展開方向
次世代を担う人材の育成	「匠の技」に支えられた農作業 篤農家の暗黙知のノウハウが形式知化されていない	優れた農業技術の形式知化 ノウハウをデータ化した上でビッグデータとして蓄積し、AIを活用した分析を行うことにより、熟練農業者のノウハウが見える化 新規就農者への継承を迅速かつ容易にすることで人材育成に係る時間・コストを大幅に削減
	数年がかりの人材育成 農業技術の取得には、一定程度の時間と経験が必要	農業技術の底上げに向けたデータベース構築・提供サービス - 法人内、地域の農業者がSNSなどで情報を共有できるシステム - SNSに書き込まれた未熟練者の気付きや問いかけをビッグデータ解析して、作業に潜むリスクや効率化に向けた工夫など共通留意事項をデータベース化 経営者の作業・労務管理の効率化、普及組織による営農指導への活用